

Ref 9.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-289008  
 (43)Date of publication of application : 19.10.2001

(51)Int.Cl. F01D 25/32  
 F02C 3/22  
 F02C 3/30  
 F02C 6/18  
 F02C 7/22

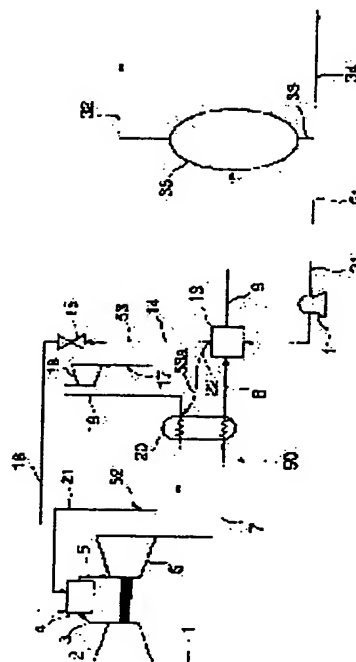
(21)Application number : 2000-108610 (71)Applicant : TOSHIBA CORP  
 (22)Date of filing : 10.04.2000 (72)Inventor : KAWAMOTO KOICHI  
 HIRATA HARUHIKO  
 OHASHI YUKIO

## (54) GAS TURBINE SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a gas turbine system capable of recovering the moisture included in the exhaust gas from a turbine and using it as the reforming steam.

**SOLUTION:** This gas turbine system is provided with a compressor 2 for compressing the air, a reformer 20 for reforming the fuel gas, an evaporator 13 for generating the steam and feeding it to the reformer 20, a burner 4 for burning the air from the compressor 2 and the reformed gas from the reformer 20, and a turbine 6 for converting the combustion gas from the burner to the motive power. The exhaust gas from the turbine 6 is fed to the reformer 20 and the evaporator 13. A moisture condensing and recovering unit 35 for recovering the moisture included in the exhaust gas is connected to a downstream side of the evaporator 13, and the water recovered by the moisture condensing and recovering unit 35 is fed to the evaporator 13.



(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-289008

(P2001-289008A)

(43)公開日 平成13年10月19日(2001. 10. 19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

F 0 1 D 25/32

F 0 1 D 25/32

C

F 0 2 C 3/22

F 0 2 C 3/22

3/30

3/30

C

6/18

6/18

Z

7/22

7/22

D

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-108610(P2000-108610)

(22)出願日 平成12年4月10日(2000. 4. 10)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 川 本 浩 一

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(72)発明者 平 田 東 彦

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(72)発明者 大 橋 幸 夫

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(74)代理人 100064285

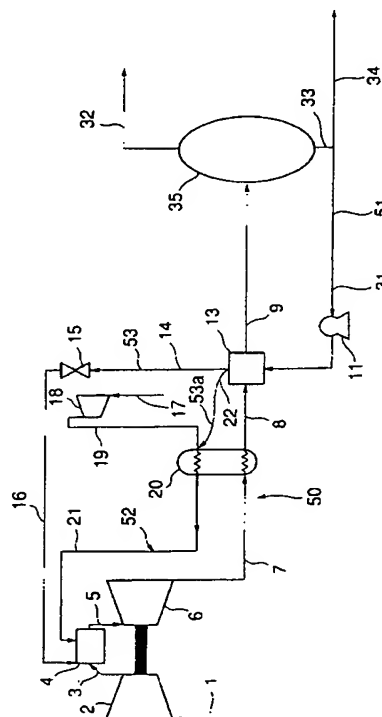
弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 ガスタービンシステム

(57)【要約】

【課題】 タービンからの排ガス中の水分を回収して改質用の水蒸気として用いることができるガスタービンシステムを供給する。

【解決手段】 ガスタービンシステムは空気を圧縮する圧縮機2と、燃料ガスを改質する改質器20と、水蒸気を生成して改質器20へ送る蒸発器13と、圧縮機2からの空気と改質器20からの改質ガスを燃焼させる燃焼器4と、燃焼器4からの燃焼ガスを動力に変換するタービン6とを備えている。タービン6からの排ガスは、改質器20および蒸発器13に送られる。蒸発器13の下流側に排ガス中の水分を回収する水分凝縮回収器35が接続され、水分凝縮回収器35で回収された水は蒸発器13へ送られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃焼用酸素を含む流体を圧縮する圧縮機と、  
燃料ガスを化学的に改質して改質ガスを生成する改質器と、  
水蒸気を生成して改質器へ送る蒸発器と、  
圧縮機からの流体によって、改質器から改質ガス管を経て送られた改質ガスを燃焼させる燃焼器と、  
燃焼器で発生した燃焼ガスを動力に変換するタービンとを備え、  
タービンからの排ガスを排ガス管により改質器および蒸発器に供給し、  
蒸発器下流側の排ガス管に、排ガス中の水蒸気を凝縮して回収し、回収した凝縮水を蒸発器へ送る水分凝縮回収装置を設けたことを特徴とするガスタービンシステム。

【請求項 2】 水分凝縮回収装置の入側の排ガス管と、水分凝縮回収装置出側の排ガス管とをガス熱交換器で接続したことを特徴とする請求項 1 記載のガスタービンシステム。

【請求項 3】 水分凝縮回収装置は、排ガスが流れる排ガス管と冷却媒体が流れる冷却媒体管とに接続された水回収熱交換器と、水回収熱交換器からの凝縮水を溜めるタンクとを有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のガスタービンシステム。

【請求項 4】 水回収熱交換器の出側の冷却媒体管をタンクに接続したことを特徴とする請求項 3 記載のガスタービンシステム。

【請求項 5】 水回収熱交換器は、排ガス管からの排ガスと、冷却媒体管からの冷却媒体を直接接触させて熱交換する直接接触熱交換器であることを特徴とする請求項 4 記載のガスタービンシステム。

【請求項 6】 水分凝縮回収装置は、排ガスが流れる排ガス管に接続された水回収熱交換器と、水回収熱交換器からの凝縮水を溜めるタンクと、タンクからの凝縮水が流れる水配管と冷却媒体が流れる冷却媒体管とに接続された追加熱交換器とを有し、追加熱交換器出側の水配管を水回収熱交換器に接続したことを特徴とする請求項 1 記載のガスタービンシステム。

【請求項 7】 水回収熱交換器は、排ガス管からの排ガスと追加熱交換器からの凝縮水を直接接触させて熱交換する直接熱交換器であることを特徴とする請求項 6 記載のガスタービンシステム。

【請求項 8】 追加熱交換器とタンクは一体に構成されていることを特徴とする請求項 7 記載のガスタービンシステム。

【請求項 9】 タンクに凝縮水中の気体を凝縮水から取り除く手段を設けたことを特徴とする請求項 7 または 8 記載のガスタービンシステム。

【請求項 10】 水回収熱交換器は、棚板式直接接触熱交換器であり、排ガスが直接接触熱交換器を出るときの流

速が略 6 m/s 以下であることを特徴とする請求項 7 記載のガスタービンシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、タービンからの排ガスを用いて燃料を化学的に改質するガスタービンシステムに係わり、とりわけ排ガス中の水蒸気成分を回収し、水資源の有効利用を図ることができるガスタービンシステムに関する。

## 10 【0002】

【従来の技術】 近年、排ガスからの熱回収により効率向上を図るコンバインドサイクルとは別の手段として、排ガス中に含まれる熱エネルギーによってタービンに供給される燃料を化学的に改質し、燃料の化学エネルギーを向上することによって排熱を回収し、システム全体の効率を向上させる提案がなされている。

【0003】 現在、ガスタービンの燃料として広く用いられているもののひとつとして天然ガスがあり、天然ガスの主な成分はメタンである。メタンの代表的な改質の方法としてメタンに水蒸気を添加し、例えばニッケルのような触媒の存在下で高温を保つことにより、水素と一酸化炭素に転換させられるものが知られている。

【0004】 図 6 はこのようなガスタービンシステムの一例を示す図である。図 6 に示すガスタービンシステムにおいて、空気 1 を圧縮機 2 で圧縮して高压空気 3 とし、改質器 20 で改質された水素を含む改質燃料 21 とともに燃焼器 4 で燃焼する。このとき、場合により噴射用蒸気 16 が燃焼器 4 に噴射される。

【0005】 燃焼器 4 で高温となった高温・高压の燃焼ガス 5 はガスタービン 6 で膨張する際、動力を発生し、低压のガスタービン排ガス 7 となる。ガスタービン排ガス 7 は改質器 20 でメタンなどの高压原燃料 19 を加熱して改質し、水素を含む改質燃料 21 ととして温度が低下した改質器排ガス 8 となる。改質器排ガス 8 は蒸発器 13 で、ポンプ 11 により加圧された水 10 により熱を奪われ、ほぼ大気圧で 100℃～200℃程度の蒸発器排ガス 9 となってシステム外に排気される。

【0006】 蒸発器 13 で改質器排ガス 8 から熱を奪った水は、蒸気 14 と改質用蒸気 22 となる。このうち改質用蒸気 22 は、メタンなどの原燃料 17 を燃料圧縮機 18 で圧縮して得られた高压原燃料 19 と混合されて、改質器 20 でガスタービン排ガス 7 の熱を受け取り、上述のように改質反応を起こし、水素を含む改質燃料 21 となる。一方蒸気 14 は、蒸気バルブ 15 を通過して噴射用蒸気 16 として燃焼器 4 に噴射される。

【0007】 このようなメタンの水蒸気改質を用いるガスタービンシステムとしては、例えば特開平 2-286835 に示されているようなものがある。またガスタービン排ガスから水蒸気成分を回収して利用するシステムについても、ガスタービンの高効率化を計るために多く

のシステムが考えられており、例えば、特開昭56-12006や特開平11-117764などに示されている。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記のようにメタンなど化学的に改質する改質器20を有するガスタービンシステムにおいては、改質の時多くの水蒸気を必要とする。この水蒸気に用いられる水は、システム外部から補給され、その後排ガスとして排出されるため、水資源が有効に活用されていない。また、排ガス中に多量に水蒸気が含まれるため、排ガスが煙突から排出されるときミスト生成し、白煙がたちのぼるため、環境上の不具合がある。

【0009】また、従来のガスタービンシステムにおいては、排ガスからの水蒸気回収を行うシステムが、特開平11-117764などで提案されている。これらに示されている水蒸気の回収システムを燃料改質を行うガスタービンシステムにそのまま適用した場合、回収蒸気量が多いために、水回収に必要な低温の冷却水を大量に作るための冷熱源が乏しく、水蒸気の回収システムはガスタービンシステムの他の機器に比べて大きくなる傾向があり、設置面積やコストの面で必ずしも実用的なシステムとはいえない。また、例えば特開平11-117764などで考案された水回収システムでは、水蒸気の回収のための冷却媒体がスプレーにより排ガスに振りかけられるため、凝縮回収水や冷却媒体が排ガスとともに排出されてしまう。このため実際には、水蒸気の凝縮回収が困難であるという不具合がある。

【0010】本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、燃料を化学的に改質する改質器を有するガスタービンシステムにおいて、水資源を有効に活用できる実用的なガスタービンシステムを提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、燃焼用酸素を含む流体を圧縮する圧縮機と、燃料ガスを化学的に改質して改質ガスを生成する改質器と、水蒸気を生成して改質器へ送る蒸発器と、圧縮機からの流体によって、改質器から改質ガスを管を経て送られた改質ガスを燃焼させる燃焼器と、燃焼器で発生した燃焼ガスを動力に変換するタービンとを備え、タービンからの排ガスを排ガス管により改質器および蒸発器に供給し、蒸発器下流側の排ガス管に、排ガス中の水蒸気を凝縮して回収し、回収した凝縮水を蒸発器へ送る水分凝縮回収装置を設けたことを特徴とするガスタービンシステムである。

【0012】本発明によれば、排ガス管に水分凝縮回収装置を設け、回収した水を蒸発器へ送って水蒸気を生成するとともに、この水蒸気を改質器へ送るので、排ガス中の水蒸気を回収して改質器において利用できる。このため、改質器へ水蒸気を供給するためにシステム外から

水を補給する必要がなくなる。

【0013】本発明は、水分凝縮回収装置の入側の排ガス管と、水分凝縮回収装置出側の排ガス管とをガス熱交換器で接続したことを特徴とするガスタービンシステムである。

【0014】本発明によれば、水分凝縮回収装置の出側の排ガスをガス熱交換器で加熱するので、一度冷却されて飽和濃度近傍の水蒸気を含む排ガスを再加熱するので、排ガス温度が上がり、その結果相対湿度が下がる。このため、ミスト生成を抑制することができ、白煙を防止することができる。

【0015】本発明は、水分凝縮回収装置は、排ガスが流れる排ガス管と、冷却媒体が流れる冷却媒体管とに接続された水回収熱交換器と、水回収熱交換器からの凝縮水を溜めるタンクとを有することを特徴とするガスタービンシステムである。

【0016】本発明によれば、水分凝縮回収装置が水回収熱交換器と、タンクとからなるので、水回収熱交換器の冷却媒体として、大気、海水といった自然に大量に存在するものを利用することができ、冷却媒体として新たに水資源を確保する必要がなく、結果的に水資源を有効に活用することができる。また凝縮水を溜めておくタンクを設置することで、負荷変動により水の利用量が少なくなったときでも、回収した水を蓄えておけるので、無駄にすることがなくなる。

【0017】本発明は、水回収熱交換器の出側の冷却媒体管をタンクに接続したことを特徴とするガスタービンシステムである。

【0018】本発明によれば、水回収熱交換器の出側の冷却媒体をタンクに接続したので、水回収熱交換器で冷却に使われた水等の冷却媒体を加熱してそのまま水蒸気として利用できる。水資源を有効に活用できる。

【0019】本発明は、水回収熱交換器は、排ガス管からの排ガスと、冷却媒体管からの冷却媒体を直接接触させて熱交換する直接接触熱交換器であることを特徴とするガスタービンシステムである。

【0020】本発明によれば、水回収熱交換器が排ガスと冷却媒体を直接接触させて熱交換させる直接接触熱交換器なので、冷却媒体と凝縮水を混合させる機器を必要とせず設置面積を小さくすることができる。また、水回収熱交換器も伝熱管を多数配置したものや各種プレート型のものに比べて直接接触型にすることで安くすることができ、より実用的なものとなる。

【0021】本発明は、水分凝縮回収装置は、排ガスが流れる排ガス管に接続された水回収熱交換器と、水回収熱交換器からの凝縮水を溜めるタンクと、タンクからの凝縮水が流れる水配管と冷却媒体が流れる冷却媒体管とに接続された追加熱交換器とを有し、追加熱交換器出側の水配管を水回収熱交換器に接続したことを特徴とするガスタービンシステムである。

【0022】本発明によれば、水分凝縮回収装置は水回収熱交換器と、タンクと、追加熱交換器とを有するので、浄水場などのようにきれいな水が大量に得られないような場所にガスタービンシステムを設置する場合でも、冷却媒体として大量の大気または海水を使って冷却できるので、凝縮水の回収が容易となる。

【0023】本発明は、水回収熱交換器は、排ガス管からの排ガスと追加熱交換器からの凝縮水を直接接触させて熱交換する直接熱交換器であることを特徴とするガスタービンシステムである。

【0024】本発明によれば、追加熱交換器は排ガスと水とを直接接触させて熱交換する直接接触熱交換器であるので、伝熱管を多数配置した熱交換器や各種プレート型の熱交換器に比べて安く作ることができ、より実用的なものとなる。

【0025】本発明は、追加熱交換器とタンクは一体に構成されていることを特徴とするガスタービンシステムである。

【0026】本発明によれば、追加熱交換器と別体にタンクを設ける必要がなくなり、設置面積を小さくできる。

【0027】本発明は、タンクに凝縮水中の気体を凝縮水から取り除く手段を設けたことを特徴とするガスタービンシステムである。

【0028】本発明によれば、凝縮水中の気体、例えば二酸化炭素と水とにより炭酸水が生成され、この炭酸水により改質器への供給配管が腐食されることを防ぐことができ、配管材料を安くすることができる。

【0029】本発明は、水回収熱交換器は、棚板式直接接触熱交換器であり、排ガスが直接接触熱交換器を出るときの流速が略  $6\text{ m/s}$  以下であることを特徴とするガスタービンシステムである。

【0030】本発明によれば、水回収熱交換器が棚板式直接接触熱交換器であり、排ガスが直接接触熱交換器を出るときの流速がおおよそ  $6\text{ m/s}$  以下であるので、排ガスに水を直接振りかけても、排ガスとともに冷却水が飛んで排出されることがなく、より実用的な直接接触熱交換器となる。

#### 【0031】

##### 【発明の実施の形態】第1の実施の形態

次に図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明によるガスタービンシステムの第1の実施の形態を示す図である。

【0032】図1において、ガスタービンシステムは燃料用酸素を含む流体、例えば空気1を圧縮する圧縮機2と、メタン等の燃料ガス（高圧原燃料）19を化学的に改質して改質ガス（改質燃料）21を生成する改質器20と、水から水蒸気を生成して改質器20へ送る蒸発器13と、圧縮機2からの高圧空気3によって改質器20から改質ガス管52を経て送られた改質燃料21を燃焼

させる燃焼器4と、燃焼器4で生成した高温高压の燃焼ガスを動力に変換するタービン6とを備えている。

【0033】またタービン6には排ガス管50が接続され、この排ガス管50には、上述した改質器20と蒸発器13が順次設けられ、さらに蒸発器13の下流側の排ガス管50には蒸発器排ガス9中の水蒸気を凝縮して回収し、回収した凝縮水を蒸発器13へ送る水分凝縮回収装置35が設けられている。

【0034】すなわち、水分凝縮回収装置35には、水配管51が接続され、水分凝縮回収装置35と蒸発器13との間の水配管51には、凝縮水を蒸発器13へ送るポンプ11が取付けられている。

【0035】また蒸発器13には、水蒸気14および改質用蒸気22を各々燃焼器4および改質器20へ送る水蒸気管53、53aが接続され、水蒸気管53には蒸気バルブ15が取付けられている。

【0036】また、図1において、改質器20の入側には、原燃料17を加圧して高圧原燃料19とする燃料圧縮機18が設けられている。

【0037】次にこのような構成からなる本実施の形態の作用について説明する。

【0038】まず、空気1が圧縮機2で圧縮して高圧空気3となり、この高圧空気3は改質器20から送られる水素を含む改質ガス（改質燃料）21とともに燃焼器4で燃焼される。このとき、同時に蒸発器13から送られた水蒸気14が蒸気バルブ15を経て噴射用蒸気16となって燃焼器4へ噴射される。

【0039】燃焼器4を出た高温・高压の燃焼ガス5はガスタービン6で膨張して動力を発生し、低压のガスタービン排ガス7となる。

【0040】一方、メタンなどの原燃料17が燃料圧縮機18により加圧されて高圧原燃料19となり、この高圧原燃料19は改質器20へ送られる。改質器20において、ガスタービン排ガス7はメタンなどの高圧原燃料19を加熱し、温度が低下して改質器排ガス8となる。一方、高圧原燃料19は改質器20において、改質用蒸気22と混合して改質反応を生じさせて水素を含む改質燃料21となる。

【0041】改質器排ガス8は蒸発器13でさらに水分凝縮回収装置35から送られる蒸発器用凝縮水31を加熱したのち、蒸発器排ガス9となる。蒸発器排ガス9は、水分凝縮回収装置35で凝縮され、凝縮水33と最終排ガス32に分離される。最終排ガス32は大気中に排出され、凝縮水33の一部は蒸発器用凝縮水31となり、残りは排水34として排出される。

【0042】蒸発器13で改質器排ガス8により加熱された蒸発器用凝縮水は水蒸気14と改質用蒸気22となる。上述のように改質用蒸気22は改質器20でガスタービン排ガス7の熱を受け取り、改質反応を起こし、水素を含む改質燃料21となる。

【0043】以上のように本実施の形態によれば、最終排ガス部分に水分凝縮回収装置 35 をとりつけて、回収した凝縮水の一部である蒸発器用凝縮器 31 をポンプ 11 によって昇圧して蒸発器 13 に供給する。したがって、改質用蒸気 22 を作るためにシステム外から水を補給する必要がなくなり、水資源を有効に活用することができる。

#### 【0044】第 2 の実施の形態

次に本発明によるガスタービンシステムの第 2 の実施の形態について図 2 により説明する。第 2 の実施の形態は、水分凝縮回収装置 35 の入側と出側の排ガス管 50

にガス熱交換器（白煙防止装置）36 を接続したものである。

【0045】図 2 において、図 1 に示す第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0046】図 2 において、空気 1 を圧縮機 2 で圧縮して高圧空気 3 とし、高圧空気 3 は改質器 20 において生成された水素を含む改質燃料 21 とともに燃焼器 4 で燃焼される。このとき、噴射用蒸気 16 が燃焼器 4 に噴射される。燃焼器 4 を出た高温・高圧の燃焼ガス 5 はガスタービン 6 で膨張する際、動力を発生し、低圧のガスタービン排ガス 7 となる。低圧のガスタービン排ガス 7 は改質器 20 でメタンなどの高圧原燃料 19 に熱を奪われ、温度が低下して改質器排ガス 8 となる。一方、高圧原燃料 19 は改質用蒸気 22 と混合して水素を含む改質燃料 21 となる。改質器排ガス 8 は蒸発器 13 でさらに熱を奪われたのち、蒸発器排ガス 9 となる。蒸発器排ガス 9 は、白煙防止装置 36 に入り、水分凝縮回収装置排ガス 32 a と熱交換して温度が蒸発器排ガス 9 の露点程度まで下がった白煙防止装置排ガス 9 a となる。

【0047】白煙防止装置排ガス 9 a は水分凝縮回収装置 35 で、凝縮水 33 と水分凝縮回収装置排ガス 32 a に分離される。水分凝縮回収装置排ガス 32 a は、白煙防止装置 36 に入り、蒸発器排ガス 9 と熱交換して温度が上がり、相対湿度の低い状態の最終排ガス 32 となり、大気中に排出される。一方、水分凝縮回収装置 35 で液状に回収された凝縮水 33 は、一部が蒸発器用凝縮水 31 となり、残りは排水 34 として排出される。

【0048】蒸発器 13 で蒸発器排ガス 8 から熱を奪った蒸発器用凝縮水は、水蒸気 14 と改質用蒸気 22 となり、改質用蒸気 22 は改質器 20 に送られる。一方、水蒸気 14 は、蒸気バルブ 15 を通過して噴射用蒸気 16 として上述のように燃焼器 4 に入る。

【0049】本実施の形態によれば、白煙防止装置 36 によって、水蒸気成分回収装置 35 へ入る白煙防止装置排ガス 9 a の温度を下げて、水分凝縮回収装置 35 の熱負荷を低減すると同時に最終排ガス 32 の相対湿度を下げるので、水分凝縮回収装置をコンパクト化することができるばかりでなく、白煙を防止し環境へ

の影響を低減することができる。

#### 【0050】第 3 の実施の形態

次に本発明によるガスタービンシステムの第 3 の実施の形態について図 3 により説明する。第 3 の実施の形態は、白煙防止装置 36 の下流側の排ガス管 36 と、冷却媒体管 54 とを水回収熱交換器 39 で連結するとともに、水回収熱交換器 39 の下流側にタンク 40 を設けたものである。

【0051】図 3 において、水回収熱交換器 39 とタンク 40 とにより水分凝縮回収装置 35 が構成される。図 3 において、図 2 に示す第 2 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0052】また、空気 1 は圧縮機 2 により圧縮されて高圧空気 3 となり、高圧空気 3 は改質器 20 で生成された改質燃料 21 とともに燃焼器 4 で燃焼される。このとき、噴射用蒸気 16 が燃焼器 4 に噴射される。燃焼器 4 より排出された高温・高圧燃焼ガス 5 はガスタービン 6 で膨張する際、動力を発生し、低圧のガスタービン排ガス 7 となる。ガスタービン排ガス 7 は燃料改質器 20 でメタンなどの高圧原燃料 19 に熱を奪われ、温度が低下して改質器排ガス 8 となる。一方、高圧原燃料 19 は改質用蒸気 22 と混合して水素を含む改質燃料 21 となる。改質器排ガス 8 は蒸発器 13 でさらに熱を奪われたのち、蒸発器排ガス 9 となる。蒸発器排ガス 9 は、白煙防止装置 36 には入り、凝縮器排ガス 32 a と熱交換して温度が蒸発器排ガス 9 の露点程度まで下がって白煙防止装置排ガス 9 a となる。

【0053】白煙防止装置排ガス 9 a は水回収熱交換器 39 で、海水または大気 37 等の冷却媒体と熱交換したのち、凝縮水 33 と凝縮器排ガス 32 a に分離される。この時、海水または大気は温度が上昇し、排出海水または大気 38 としてシステム外に排出される。

【0054】凝縮器排ガス 32 a は、白煙防止装置 36 に入り、蒸発器排ガス 9 と熱交換して温度が上がり、相対湿度の低い状態の最終排ガス 32 となり、大気中に排出される。一方、凝縮水 33 はタンク 40 にたまっただ、一部が蒸発器用凝縮水 31 となり、残りは排水 34 として排出される。

【0055】蒸発器 13 で改質器排ガス 8 から熱を奪った蒸発器用凝縮水は、水蒸気 14 と改質用蒸気 22 となり、改質用蒸気 22 は改質器 20 へ送られる。一方、水蒸気 14 は、蒸気バルブ 15 を通過して噴射用蒸気 16 として燃焼器 4 に噴射される。

【0056】本実施の形態によれば、水分凝縮回収装置 35 は凝縮水 33 を溜めるタンク 40 を有しているので、負荷変動などにより凝縮水 33 の量が一時的に増加した場合でも、タンク 40 に蓄えることができる。このため、排水 34 の一時的な増加を防ぐことができ、環境への影響を少なくすることができる。他方、凝縮水 33 の量が一時的に減少した場合でも、タンク 40 内にたく

わえられた水を利用することができるので、改質器 20 に供給する蒸気量を確保することができる。このようなタンク 40 を設けることにより、負荷変動時にも環境影響が少ないシステムを提供できる。

【0057】また、水回収熱交換器 39 の冷却媒体として大気や海水 37 等の冷却媒体を利用することにより、水回収熱交換器 39 での白煙防止装置排ガス 9 a の冷却が可能となる。また大気や海水は大量に流すことが可能なので、水回収熱交換器 39 での流量を多くすることができる。したがって冷却温度を小さく保つことができ、熱回収後の排出大気や海水の温度を低く保つことが可能となる。したがって、環境への影響も少なくすみ、かつ凝縮器性能もあがって、水回収熱交換器 39 を小さくすることができる。

#### 【0058】第 4 の実施の形態

次に本発明によるガスタービンシステムの第 4 の実施の形態について図 4 により説明する。第 4 の実施の形態は、水回収熱交換器 39 の下流側の冷却媒体管をタンクに接続したものである。

【0059】図 4 において、図 3 に示す第 3 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0060】図 4 において、空気 1 は圧縮機 2 で圧縮されて高圧空気 3 となり、高圧空気 3 は改質器 20 で生成された水素を含む改質燃料 21 とともに燃焼器 4 で燃焼される。このとき、噴射用蒸気 16 が燃焼器 4 に噴射される。燃焼器 4 より排出される高温・高圧燃焼ガス 5 はガスタービン 6 で膨張する際、動力を発生し、低圧のガスタービン排ガス 7 となる。ガスタービン排ガス 7 は燃料改質器 20 でメタンなどの高圧原燃料 19 に熱を奪われ、温度が低下して改質器排ガス 8 となる。

【0061】一方、高圧原燃料 19 は、改質用蒸気 22 と混合して水素を含む改質燃料 21 となる。改質器排ガス 8 は蒸発器 13 でさらに熱を奪われたのち、蒸発器排ガス 9 となる。蒸発器排ガス 9 は、白煙防止装置 36 に入り、凝縮器排ガス 32 a と熱交換して温度が排ガス 9 の露点程度まで下がった白煙防止装置排ガス 9 a となる。

【0062】白煙防止装置排ガス 9 a は水回収熱交換器 39 で浄水 41 等の冷却媒体と熱交換して、凝縮水 33 と凝縮器排ガス 32 a に分離される。この時、浄水 41 は温度が上昇して高温浄水 42 となり、タンク 40 へと導かれる。凝縮器排ガス 32 a は、白煙防止装置 36 に入り、白煙防止装置排ガス 9 a と熱交換して温度が上がり、相対湿度の低い状態の最終排ガス 32 となり、大気に排出される。

【0063】一方、凝縮水 33 はタンク 40 にたまったら、一部が蒸発器用凝縮水 31 となり、残りは浄水 43 としてシステム外へ供給され、利用される。

【0064】蒸発器 13 において改質器排ガス 8 から熱

を奪った蒸発器用凝縮水は、水蒸気 14 と改質用蒸気 22 となり、改質用蒸気 22 は改質器 20 へ送られる。一方、水蒸気 14 は、蒸気バルブ 15 を通過して噴射用蒸気 16 として燃焼器 4 に噴射される。

【0065】本実施の形態によれば、凝縮水 33 と冷却媒体として用いられた浄水 42 を同一のタンク 40 に導入するため、凝縮水 33 の一部を浄水として利用することができる。また、水回収熱交換器 39 の冷却媒体として浄水 41 を利用することにより、白煙防止装置排ガス 9 a の冷却が可能となるばかりでなく、凝縮水 31 の一部を浄水 43 として利用できる。このため、排水がなくなり、環境への影響を低減することができる。

【0066】なお、水回収熱交換器 39 を直接接触型熱交換器にすることも可能であり、そうすることによって、熱交換器の大きさを小さくできる。

#### 【0067】第 5 の実施の形態

次に本発明によるガスタービンシステムの第 5 の実施の形態について図 5 により説明する。第 5 の実施の形態は、水分凝縮回収装置を水回収熱交換器 39 と、タンク 40 と、追加熱交換器 44 とから構成したものであり、他は図 4 に示す第 4 の実施の形態と略同一である。

【0068】図 5 において、図 4 に示す第 4 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0069】図 5 において、空気 1 は圧縮機 2 で圧縮されて高圧空気 3 となり、高圧空気 3 は改質器 20 で生成された水素を含む改質燃料 21 とともに燃焼器 4 で燃焼される。このとき、噴射用蒸気 16 が燃焼器 4 に噴射される。燃焼器 4 から排出された高温・高圧燃焼ガス 5 はガスタービン 6 で膨張する際、動力を発生し、低圧のガスタービン排ガス 7 となる。ガスタービン排ガス 7 は改質器 20 でメタンなどの高圧原燃料 19 に熱を奪われ、温度が低下して改質器排ガス 8 となる。一方、高圧原燃料 19 は改質用空気と混合して水素を含む改質燃料 21 となる。改質器排ガス 8 は蒸発器 13 でさらに熱を奪われたのち、蒸発器排ガス 9 となる。蒸発器排ガス 9 は、白煙防止装置 36 に入り、凝縮器排ガス 32 a と熱交換して温度が排ガス 9 の露点程度まで下がった排ガス 9 a となる。

【0070】排ガス 9 a は水回収熱交換器 39 で追加熱交換器 44 から送られる冷却水 47 と熱交換して、凝縮水 33 と凝縮器排ガス 32 a に分離される。この時、水回収熱交換器 39 内の冷却水 47 は凝縮水 33 とともにタンク 40 へと導かれる。凝縮器排ガス 32 a は、白煙防止装置 36 に入り、蒸発器排ガス 9 と熱交換して温度が上がり、相対湿度の低い状態の最終排ガス 32 となり、大気に排出される。

【0071】一方、凝縮水 33 はタンク 40 にたまってから後、水配管 51 から排出され、冷却水 46、蒸発器用凝縮水 31、および排水 34 とに分けられる。このう



ち、水配管 51 中の冷却水 46 は、追加熱交換器 44 によって冷却媒体管 54 を流れる海水または大気 37 等の冷却媒体と熱交換して温度が下がり、冷却水 47 になる。このとき、海水または大気 37 は温度が上がり、排出海水または大気 38 等の排出冷却媒体として排出される。

【0072】蒸発器用凝縮水 31 は蒸発器 13 で改質器排ガス 8 から熱を奪って水蒸気 14 と改質用蒸気 22 となり、改質用蒸気 22 は改質器 20 へ送られる。一方、水蒸気 14 は、蒸気バルブ 15 を通過して噴射用蒸気 16

【0073】本実施の形態によれば、追加熱交換器 44 を設けることにより、水回収熱交換器 39 の冷却媒体として浄水を利用できない場合でも、白煙防止装置排ガス 9a を冷却する方法として冷却水を使うことが可能となる。このため、特に大気で冷却しなければならない場合には、凝縮器を小さくすることが可能となり、設置面積を小さくする効果が得られる。

【0074】また、水回収熱交換器 39 を直接接触型熱交換器にすることも可能であり、このことによって、熱交換器の大きさを小さくできるので設置面積を小さくできる。

【0075】また、このような構成において、水回収熱交換器 39 とタンク 40 を一体に形成してもよく、このことにより、設置面積を小さくできる。

【0076】さらにタンク 40 に二酸化炭素等の気体を脱気する脱気装置 47 を設けてもよい。この場合は脱気装置 47 により凝縮水への二酸化炭素の溶解込みを防止して酸性度を下げることができる。このため、配管部材に安い材料を使うことが可能となり、より実用的なシステムとすることができる。

【0077】さらに、水回収熱交換器 39 として、棚板式直接接触熱交換器を用いてもよい。このとき水回収熱交換器 39 からの排ガス 32a の流速を  $6\text{ m/s}$  以下にする。このことにより水回収熱交換器 39 からの凝縮水

が排ガス 32a とともに排出することを防止でき、凝縮水を効率良く回収することが可能となる。

#### 【0078】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の構成によれば、燃料を化学的に改質する改質器を有するガスタービンシステムにおいて、タービンからの排ガス中の水分を有効に回収して改質用の水蒸気として用いることができる。このため水資源を有効に活用できる実用的なシステムを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるガスタービンシステムの第 1 の実施の形態を示す概略図。

【図 2】本発明によるガスタービンシステムの第 2 の実施の形態を示す概略図。

【図 3】本発明によるガスタービンシステムの第 3 の実施の形態を示す概略図。

【図 4】本発明によるガスタービンシステムの第 4 の実施の形態を示す概略図。

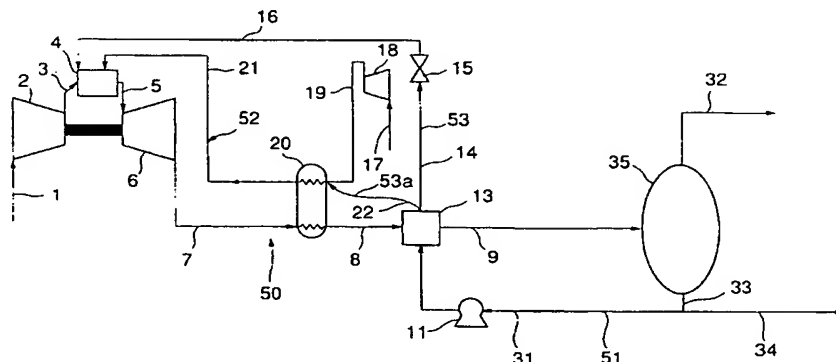
【図 5】本発明によるガスタービンシステムの第 5 の実施の形態を示す概略図。

【図 6】従来のガスタービンシステムを表すシステム構成図。

#### 【符号の説明】

- 2 圧縮機
- 4 燃焼器
- 6 ガスタービン
- 13 蒸発器
- 18 燃料圧縮機
- 20 燃料改質器
- 35 水分凝縮回収装置
- 36 白煙防止装置
- 39 水回収熱交換器
- 40 タンク
- 44 追加熱交換器
- 48 脱気装置

【図 1】





[illegible]

The diagram illustrates a hydraulic system for a vehicle seat. It features a pump (11) connected to a control valve (13) via a line (9). The control valve (13) is linked to two actuators (cylinders) (2, 6) through a network of hoses (1, 7, 8, 9a, 10, 11a, 12, 13a, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100). The actuators (2, 6) are connected to the control valve (13) via hoses (1, 7, 8, 9a, 10, 11a, 12, 13a, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100). The control valve (13) is connected to the pump (11) via a line (9). The control valve (13) is also connected to the actuators (2, 6) via hoses (1, 7, 8, 9a, 10, 11a, 12, 13a, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100). The control valve (13) is connected to the pump (11) via a line (9). The control valve (13) is also connected to the actuators (2, 6) via hoses (1, 7, 8, 9a, 10, 11a, 12, 13a, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100).

